



TITLE:

2.酸化物高温超伝導体の超伝導の
発現機構に関する実験的研究: 酸化
物高温超伝導体の熱伝導度(富山大
学大学院理学研究科物理学専攻, 修
士論文題目・アブストラクト
(1988年度))

AUTHOR(S):

笹川, 正浩

CITATION:

笹川, 正浩. 2.酸化物高温超伝導体の超伝導の発現機構に関する実験的研究: 酸化物高温
超伝導体の熱伝導度(富山大学大学院理学研究科物理学専攻, 修士論文題目・アブストラ
クト(1988年度)). 物性研究 1989, 53(1): 75-76

ISSUE DATE:

1989-10-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/93861>

RIGHT:

まず、 10^{-5} torr 台の高真空雰囲気中で、チョコレート法によって、CeNiおよびLaNiの単結晶を作製し、さらに、 10^{-10} torr 台の超高真空中で、固相電解にかけた。その結果、残留抵抗比がCeNi、LaNi それぞれで最高180、205 の純良単結晶を得ることに成功した。

この純良単結晶を用いて、横磁気抵抗を測定した。その結果、CeNi、LaNi はともにcompensated metal であること、たがいのフェルミ面の形はよく似ていて、b軸方向には開軌道の存在することが分かった。

また、希土類を含むホイスラー化合物 RECu_2In (RE:La,Ce,Pr,Nd,Sm) の単結晶をチョコレート法によって作製し、その電氣的、磁氣的性質の研究を行なった。

その結果、 CeCu_2In は高濃度近藤物質であること、すべての化合物で4.2K以上に磁気転移は存在しないこと、希土類イオンは3価であることが分かった。

2. 酸化物高温超伝導体の超伝導の発現機構に関する実験的研究 (酸化物高温超伝導体の熱伝導度)

笹 川 正 浩

I 本研究の目的： 酸化物高温超伝導の発現機構を明らかにするための多くの研究が世界各国で勢力的に行われている。本研究はこの酸化物高温超伝導体における熱伝導度の温度依存性 $\kappa(T)$ と磁場依存性 $\kappa(H)$ を実験測定し、その伝導の散乱機構を明らかにして発現機構を考える手掛かりを得ることを目的としている。

II 測定対象とした酸化物試料： 超伝導臨界温度 T_c が90K級のいわゆるY系と呼ばれている、 $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.13}$ (GBCO) と $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ (YBCO7), Y系であるが超伝導を示さない、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.26}$ (YBCO6), および、我国で初めて発見された T_c が115K級のY系とは異なるBi系の $\text{Bi}_7\text{Pb}_3\text{Ca}_{10}\text{Sr}_{10}\text{Cu}_{15}\text{O}_x$ (Bi-Pb) の4個である。

Ⅲ 測定方法： 熱伝導度の測定は定常熱流法により、温度依存性は、1.5～250Kの温度範囲で、磁場依存性は、0～3kOe（但しGBCOに対してのみ）の磁場範囲で行われた。

Ⅳ 実験結果：① GBCOとYBCO7の酸化物高温超伝導物質は、 T_c 以下の50～60Kで $\kappa(T)$ にピークを持つ。 T_c 以上で $\kappa(T)$ は、ほぼ一定。また、比抵抗の温度変化 $\rho(T)$ は金属的である。② Bi-Pbの超伝導物質でも T_c 以下60～70Kで $\kappa(T)$ にピークを持つ。 T_c 以上で $\kappa(T) \sim \text{const.}$ 。また、 $\rho(T)$ はメタリックである。③ YBCO6の超伝導を示さない物質では $\kappa(T)$ はピークを示さず、温度が下がると共に単調に減少していく。 $\rho(T)$ は半導体的である。④ GBCOは $T=2.2$ K以下で磁氣的オーダーを持つことが比熱の測定で確認されたが、 $\kappa(T)$ でも $T=2.2$ Kで明らかな変化を示し、2.2K以下で T^3 に比例する。尚、この磁氣的オーダーは反強磁性であることが分かっている。⑤ 2.5～5Kでの低温では、全ての試料の $\kappa(T)$ は T^2 に比例する。⑥ 2.5K以下の低温に向かって $\kappa(T)$ は T^3 に比例する兆候がみられた。⑦ GBCOで熱伝導度の磁場依存性 $\kappa(T)$ が初めて測定された。測定された温度は、 T_N 以上の4.41Kと T_N 以下の1.66Kである。その振舞いは従来の金属の第2種超伝導体に対するものと定性的に同じである。また、 T_N を境にしてその振舞いに異常は見られなかった。

Ⅴ 結論：① 測定された比抵抗より電子熱伝導度 κ_e を評価したがこの大きさは熱伝導度の実測値と比べて20%以下である。② 測定した試料全てにおいて、フォノン熱伝導度 κ_g の寄与が支配的である。③ 超伝導を示す物質においてフォノン熱伝導度 κ_g は、転移温度 T_c 以上で主に電子による散乱に制限されていて、 T_c 以下でフォノン-電子散乱の減少により κ_g は増大する。超伝導の発現機構に電子-フォノン相互作用も関与していると推定される。④ GBCOにおいて2.2K以下での κ_g の T^3 温度依存性はサイズ効果による寄与が大きい。⑤ GBCOの κ_g の磁場変化の結果は、磁気相転移点 T_N 以下の1.66Kでも超伝導状態にあることを検証し、超伝導相と反強磁性相との共存が確認される。また、下部臨界磁場 H_{c1} が確認されたことから H_{c1} 以上ではフォノンと磁束線の相互作用によるとと思われる熱抵抗が存在する。⑥ YBCO6の $\kappa(T)$ は、温度範囲は異なるが T^2 依存性や60K以上のプラトー現象について、アモルファスの低温での $\kappa(T)$ と類似している。⑦ 酸化物高温超伝導体の $\kappa(T)$ の大きさは、ステンレス鋼とほぼ同じである。⑧ 測定されたすべての試料において $\kappa(T)$ は低温で T^2 依存性を示したが、その散乱機構に関しては明確に出来ず、今後の研究課題として指摘される。⑨ YBCO7の T_c 以下での常伝導状態の熱伝導度 κ_n を、YBCO6の $\kappa(T)$ を使って見積めることは、散乱機構の相違があることから出来なかった。よって、 T_c 以下で直接 κ_n を測定することにより、フォノン熱伝導度 κ_g の電子による散乱項を定量的に評価し超伝導に対する寄与を調べることは、今後の課題である。